

S4-1-5

優先信号導入によるLRTの表定速度向上策

—その2 優先信号導入時の表定速度と優先信号について—

[電] ○西 恵吾, 曾根 悟, 高野 奏 (工学院大学)

A Study of Improvement of Schedule Speed by Priority Signal for LRT
-Part2 About Schedule Speed and Degree of Priority -
Keigo NISHI, Satoru SONE, Susumu TAKANO (Kogakuin University)

This paper examines calculation of schedule speed at introducing priority signal, degree of priority and relation between deviation of the number of people of getting on and off and time of getting on and off in addition to shortening of time according to fare collection

キーワード: 優先信号, 優先度, LRT, 運賃收受システム, 表定速度

Key word: priority signal, degree of priority, Light Rail Transit, fare collection, schedule speed

1. はじめに

欧米諸国を中心に路面電車を近代化した公共交通としてLRT (Light Rail Transit)の導入が進んでいる。LRTは低床式の路面交通なので乗降性が良く、導入コストが低く、既存の鉄道ネットワークと接続が容易である。また、鉄レールと鉄車輪を用いて電気運転を行うので環境負荷も少ない。わが国でも少子高齢化問題や自動車依存型社会構造の限界に伴い、都市交通システムの改善が求められている。中距離の輸送機関は多数あり、その中でもLRTは以上のように中量輸送機関として優れているが、我が国の路面電車をそのままLRT化しようとする、表定速度や定時性が問題になると考えられ、現在でも本格的なLRTの導入はされていない。本研究ではLRTの表定速度向上のための課題を検討し、表定速度の大幅な向上により個別交通に対して所要時間で優位に立つための優先信号を研究し、評価することを目的としている。先に発表した運賃收受に伴う乗降時間のバラツキ⁽¹⁾についての報告では、欧米諸国で導入されているように乗降時の清算をなくすことによって乗降に伴う停車時間が減少でき、また、停車時間の予測精度が高くなるため優先信号の有効活用につながり、表定速度の向上につながることがわかった。本稿では、その第二報として、運賃收受に伴う時間短縮に加えて、表定速度の大幅な向上を可能にする優先信号の開発を目指して、優先度の概念と共に新提案を行う。

2. 運賃收受に伴う時間の短縮

2-1 運賃收受に伴う停車時間

現状での乗降に伴う停車時間と乗降停車時間の予測精度を調査した。⁽¹⁾支払いを伴う乗降時(プリペイドカード・現金)と、伴わない乗降(清算なし)では一人あたりに伴う平均乗降時間が大きく違う(表1参照)。清算なしの時の乗降一人あたりに伴う平均時間は約3秒程度で、現金・プリペイドカードを使用した際の最小時間よりも短い(表2参照)。そのため、信用乗車方式のように乗降時の清算をなくすことができると表定速度の向上が見込める。ま

た、停車時間の予測精度という面から見ても清算なし時に比べてプリペイドカード・現金での支払いを行った場合にも、最大時間と最小時間の差が支払いを伴う乗降と伴わない乗降とでは停止時間の予測が困難である。

表 1. 乗降一人あたりの平均時間 表 2. 乗降一人あたりに伴う時間

支払い方法	時間(s)		最大時間(s)	最小時間(s)
現金	10.17	プリペイドカード	12.51	5.00
プリペイドカード	7.14	現金	21.03	6.80
清算なし	2.99	清算なし	4.31	2.88

2-2 運賃收受と優先信号の関係

信用乗車方式ではある程度の停車時間を予測することによって交差交通の青時間の比率をできるだけ減少させない優先信号を実現できる。予測が出来ずに位置検知だけに頼った優先信号を用いた場合、電停へ進入時から交差点到達するまで、信号現時を変更するタイミングがわからない。そのため車両が通過するまで、交差する交通を不必要に妨げることとなる。日本でLRTの優先信号を導入した場合、運賃收受に伴う時間短縮が見込めて、かつ、乗降に伴う時間の予測精度が高いという、信用乗車方式と同様の利点を持った運賃收受方式の提案をすればよい。運賃收受の改善によって、「優先信号による待ち時間の短縮」と「電停での乗降時間短縮」が見込め、表定速度向上に効果的である。

3. 扉ごとの降車人数の偏り

3-1 扉ごとの降車人数と停車時間の関係

鉄道など様々な公共交通機関では改札口、乗換口、ショッピングモールなど、降車後に一番多くの人利用する場所に一番近い扉に降車人数が偏る傾向がある。乗降人数が一番多い扉が全体の乗降時間(乗降に伴う停止時間)を支配しているため、扉ごとの偏りの傾向を調査する必要がある。

3-2 扉ごとの平均降車人数とその偏りの調査

東急世田谷線の下高井戸駅・三軒茶屋駅(終端駅)のみが4つの扉で同時並行的な降車を行っており、降車後はプラットフォーム

が自由通路となっているためLRTともっとも条件が近い調査の対象とした。その他の途中駅では、扉1・扉4が乗車口となり、扉2・扉3が降車口となっており偏りの調査ができないため対象外とした。また、バスでは、扉の広さや降車口と歩道との段差により降車時間に多少の誤差が発生する。世田谷線ではプラットフォームと降車口との段差がほとんどなく、扉の広さもLRTの車両に近いので再度一人当たりに伴う停車時間の調査を行った。

3-3 調査結果

下高井戸方向先頭を扉1とし、順に三軒茶屋方向に向かって扉2、扉3、扉4とする(図1参照)。2車体接続4つ扉のため編成長も短く、降車するとすぐに自由通路となっているためほとんど偏りは発生しない。

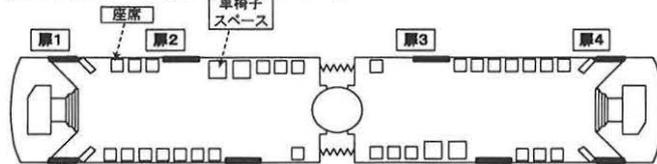


図1. 世田谷線扉位置

下高井戸では左右両方向に京王線乗換口があるためほとんど偏りがなかった。扉4の出口の近くに商店街があり、三軒茶屋方向へ多くの乗客は移動したため、その他の扉に対して約2倍となっていた(図2,表3参照)。

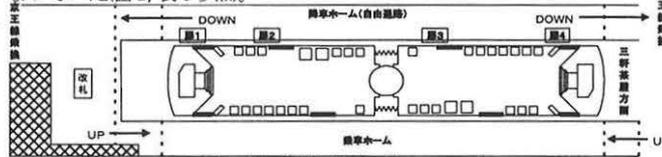


図2. 世田谷線下高井戸駅

三軒茶屋でも降車客のほとんどは田園都市線三軒茶屋駅方向へ移動したが、下高井戸に比べて乗客が多かったためにその他の扉へ分散し、扉2・扉3・扉4では極端な偏りは見られなかった(表3参照)。また、扉1だけが極端に少ないのは、降車するとすぐ前にスロープの鉄柵があるためプラットフォームが狭くなっており、多くの降車客が移動する方向とは一番離れていることと、車両の設計上の問題だと考えられる(図3,表3参照)

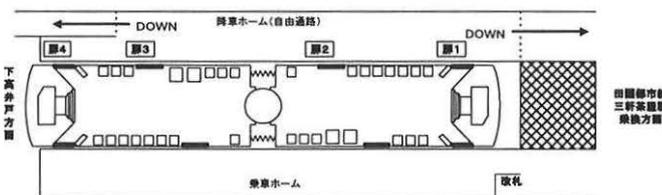


図3. 世田谷線三軒茶屋駅

表3. 扉ごとの平均降車人数

	扉1	扉2	扉3	扉4
下高井戸	15.8	8.6	7.4	7.7
三軒茶屋	22.9	23.6	17.0	4.1

表4. 一人当たりに伴う降車時間

	時間(s)
清算なし(世田谷線)	0.91

4. 表定速度の算出について

表定速度を算出するにあたって以下のことを考慮していく。

・モデル路線は広島電鉄とし、広島-己斐の区間を対象とする

(表5参照)

表5. モデル路線データ

距離(km)	駅数	平均駅間距離(km)	所要時間(s)	表定速度(km/h)
5.5	20	0.29	1740	11.38

- ・信号待ち時間0秒、駅間距離0.3(km)、加速度3.6(km/h/s)、減速度4.8(km/h/s)、最高速度40(km/h)として平均速度を算出した場合、平均速度は29.8(km/h)となる(ジャーク制御は考慮しない)。表定速度を算出するにあたって、各駅での乗降に伴う停車時間・信号による待ち時間を考慮するため29.8(km/h)を超えることはないが、無駄時間を可能な限り削減することによって表定速度を29.8(km/h)に近づけることを目標とする
- ・乗降時の清算は行わず、一人当たりの乗降時間は1秒前後とする。
- ・偏りが発生する要因が考えられるような電停では、3章より、扉1または扉4がその他の3つの扉の約2倍程度(例えば扉1は扉2・3・4の2倍程度)の偏りとなり、乗降客が多く混雑している場合は、電停の設計が特殊でない限り、扉1・2・3または扉2・3・4に乗降客が最後尾の扉の約2倍程度の偏りとなると考える。
- ・LRT導入には優先信号が不可欠なため、優先信号によって短縮できる時間も考慮する。

5. LRT優先信号の提案

道路に合った優先信号を導入するためには優先信号の優先度を考える必要がある。通常の交差点での場合は、「サイクルタイム90秒を基準とし、「サイクルタイム90秒+LRT用信号スプリット」としてLRT優先信号を考えていく。その他、路線が交差する場合や、分岐、合流地点での場合も考えていく必要がある。その中でLRTが100%の優先度を持つと鉄道の踏み切りのようなものになり、開かずの踏切化する場合がある。また、通常の交差点の(すべての信号が平等なスプリットを持つ)信号は0%の優先度だとすると、路面電車の表定速度の向上が見込めず個別交通に対して所要時間という面で優位に立つことができない。そのために、LRT優先信号を提案し、適度な優先度を決定することによって交差点の交通量に適した優先信号を設置することができる。

6. おわりに

路面電車のLRT化には優先信号の導入が不可欠であり、そのためには扉ごとの乗降人数の偏りや、一人当たりに伴う乗降時間を調査する必要がある。今後は、LRT優先信号を導入した場合どのように優先度が決定されるのか、その有効な尺度について議論を進め、優先度の評価について検討をしていく。

文 献

- (1) 西恵吾：「優先信号の導入によるLRTの表定速度向上策-その1 運賃収受に伴う停車時間のパラメータ」第1回人と環境にやさしい交通を目指す全国大会 in 宇都宮 (2005)